

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-169096

(43)Date of publication of application : 14.06.1994

(51)Int.Cl.

H01L 31/04

(21)Application number : 04-320617

(71)Applicant : SHARP CORP  
NATL SPACE DEV AGENCY  
JAPAN<NASDA>

(22)Date of filing : 30.11.1992

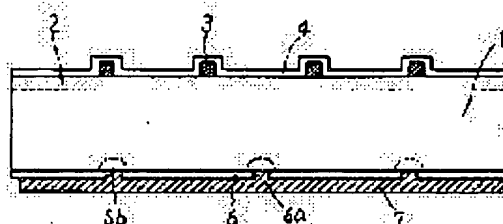
(72)Inventor : KATSU TOMOJI  
UESUGI MASATO

## (54) SILICON SOLAR CELL FOR SPATIAL APPLICATION

## (57)Abstract:

PURPOSE: To improve the open-circuit voltage by defining the area which a plurality of p<sup>+</sup>-type regions occupy on the rear face of a substrate and thereby providing a plurality of LBSF regions in a favorable ratio to the rear face of the silicon substrate.

CONSTITUTION: A silicon solar cell consists of n<sup>+</sup> layer 2 which is formed on the front face of a p-type silicon crystal substrate 1 having a flat surface; front face electrodes 3 which are formed thereon; a plurality of p<sup>+</sup> regions 5b which are dispersively formed the rear face of the substrate 1; insulating layer 6 which is formed on the rear face of the substrate 1; and rear face electrode 7 which is connected with the p<sup>+</sup> regions 5b through openings formed in the insulating layer 6. The ratio of the area which a plurality of the p<sup>+</sup> regions 5b occupy on the rear face of the substrate 1 is limited to a value from 1% inclusive to 9% exclusive. Providing a ratio of the LBSF area from 1% inclusive to 9% exclusive, as mentioned above, obtains a silicon solar cell with an improved open-circuit voltage.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 06.10.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 31.10.2000

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 6 - 1 6 9 0 9 6

(43) 公開日 平成 6 年 (1994) 6 月 14 日

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>

H01L 31/04

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

7376-4M

H01L 31/04

A

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平 4 - 3 2 0 6 1 7  
(22) 出願日 平成 4 年 (1992) 11 月 30 日

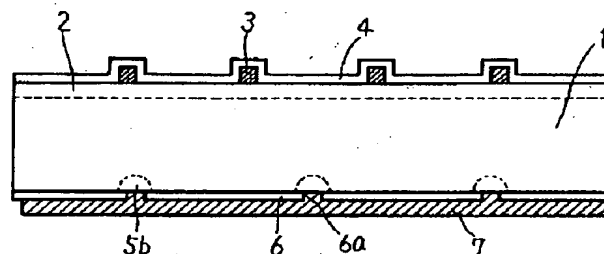
(71) 出願人 000005049  
シャープ株式会社  
大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号  
(71) 出願人 000119933  
宇宙開発事業団  
東京都港区浜松町 2 丁目 4 番 1 号  
(72) 発明者 勝 友治  
大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号  
シャープ株式会社内  
(72) 発明者 上杉 正人  
茨城県つくば市千現 2 丁目 1 番 1 宇宙開  
発事業団筑波宇宙センター内  
(74) 代理人 弁理士 深見 久郎

(54) 【発明の名称】 宇宙用シリコン太陽電池

(57) 【要約】

【目的】 開放電圧が改善されたシリコン太陽電池を提供することを目的とする。

【構成】 シリコン太陽電池は、表面が平坦な P 型シリコン結晶基板 1 の前面に形成された N<sup>+</sup> 層と、その上に形成された前面電極 3 と、基板 1 の背面に分散して形成された複数の P<sup>+</sup> 領域 5b と、基板 1 の背面上に形成された絶縁層 6 と、絶縁層 6 内に形成された開口を介して P<sup>+</sup> 領域に接続した背面電極 7 を備えており、複数の P<sup>+</sup> 領域が基板 1 の背面中に占有する面積が 1 % 以上で 9 % 未満であることを特徴としている。



1: P型シリコン基板  
2: N<sup>+</sup>型層  
3: 前面電極  
4: 反射防止膜

5b: LBSF領域  
6: 絶縁膜  
6a: コンタクトホール  
7: 背面電極

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 表面が平坦な前面と背面を有する P 型シリコン基板と、

前記基板の前面に形成された N' 層と、

前記 N' 層上に形成された前面電極と、

前記基板の背面に分散して形成されていて L B S F 領域として作用する複数の P' 領域と、

前記基板の背面上に形成された絶縁層と、

前記絶縁層上に形成されていて前記絶縁層に開けられた複数の開口を介して前記複数の P' 領域に接続された背面電極とを含み、

前記複数の P' 領域が前記基板の背面中で占有する面積は 1 % 以上で 9 % 未満であることを特徴とする宇宙用シリコン太陽電池。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はシリコン太陽電池に関し、特に、宇宙用として使用されるシリコン太陽電池の出力電圧の改善に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 光エネルギーを電気エネルギーに変換する太陽電池として、シリコン太陽電池が広く用いられている。

【0003】 図 2 は、先行技術において知られた従来のシリコン太陽電池の一例を示す断面図である。この太陽電池において、P 型シリコン基板 1 の前面には、N 型不純物を熱拡散することによって N' 層 2 が形成されている。N' 層 2 上には、櫛歯状の前面電極 3 が形成されている。そして、N' 層 2 と前面電極 3 は、入射する光の表面反射を低減するための反射防止膜 4 によって覆われている。

【0004】 他方、P 型シリコン基板 1 の背面には、さらに P 型不純物を熱拡散することによって B S F ( B a c k S u r f a c e F i e l d ) 層として働く P' 層 5 が形成されている。この B S F 層 5 は、シリコン太陽電池の長波長感度を高めるように作用するものである。そして、B S F 層 5 上には、背面電極 7 が形成されている。

【0005】 しかし、図 2 に示されているようなシリコン太陽電池においては、開放電圧  $V_{oc}$  が約 605 mV のように低いという課題があり、シリコン太陽電池の高効率化を図るためには開放電圧  $V_{oc}$  の向上が不可欠であった。

【0006】 シリコン太陽電池の高効率化に関する報告で、局所的に形成された複数の B S F 領域を含む技術がたとえば Conference Record, 21st IEEE Photovoltaic Specialists Conference, Florida, May 1990, pp. 233-238 および pp. 333-335 において提案されている。

【0007】 図 3 は、上記の文献の pp. 333-335 に示されたシリコン太陽電池の断面図を示している。

図 3 の太陽電池においては、P 型シリコン基板 1 の前面は無反射形状 2 a であり、当該前面には N' 層 2 が形成されている。N' 層 2 上には、櫛歯状の前面電極 3 が形成され、そして、N' 層 2 と前面電極 3 は、入射する光の表面反射を低減するための反射防止膜 4 によって覆われている。また、P 型シリコン基板 1 の背面上にはシリコン酸化膜 6 が形成されている。その酸化膜 6 内において局所的に開けられた複数の開口を介して、シリコン基板 1 の背面に複数の L B S F ( L o c a l B S F ) 領域 5 b が形成されている。そして、シリコン酸化膜 6 上に背面電極 7 が形成されており、背面電極 7 はその酸化膜 6 中の複数の開口を介して複数の L B S F 領域 5 b に接続されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、図 3 に示されているシリコン太陽電池は地上用としてのシリコン太陽電池に関する技術で、シリコン基板 1 の前面は無反射形状 2 a であり、宇宙用として使用する場合には太陽光吸収率が高くなるという問題があった。また、母材シリコンウェーハの抵抗率は  $0.5 \Omega \text{cm}$  であってセル厚さは  $280 \mu\text{m}$  であり、宇宙用として使用するには耐放射線特性が悪いという問題があった。よって上記論文に開示されている条件は宇宙用としてのシリコン太陽電池に適用することができず、宇宙用シリコン太陽電池に適する L B S F 領域 5 b の形成条件は不明であった。

【0009】 そこで、本発明は、シリコン基板の背面に対して好ましい割合で形成された複数の L B S F 領域を含むことによって開放電圧  $V_{oc}$  が顕著に改善された宇宙用シリコン太陽電池を提供することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】 本発明によるシリコン太陽電池は、表面が平坦な前面と背面を有する P 型シリコン基板と、その基板の前面に形成された N' 層と、N' 層上に形成された前面電極と、基板の背面に分散して形成されていて L B S F 領域として作用する複数の P' 領域と、基板の背面上に形成された絶縁層と、絶縁層上に形成されていてその絶縁層に開けられた複数の開口を介して複数の P' 領域に接続された背面電極とを含み、複数の P' 領域が基板の背面中で占有する面積は 1 % 以上で 9 % 未満であることを特徴としている。

【0011】

【作用】 本発明によるシリコン太陽電池においては、L B S F 領域として作用する複数の P' 領域がシリコン基板の背面上で占有する面積が 1 % 以上で 9 % 未満にされているので、そのシリコン太陽電池は高い開放電圧  $V_{oc}$  を示すことができ、その太陽電池の高効率化が達成される。

【0012】

【実施例】図 1 を参照して、本発明の一実施例によるシリコン太陽電池が断面図で概略的に示されている。図 1 のシリコン太陽電池においては、シリコン基板 1 として、たとえば  $50\mu\text{m} \sim 200\mu\text{m}$  の厚さと  $10\Omega\text{cm}$  の抵抗率を有する P 型シリコン結晶板が用いられ得る。また、図 1 の太陽電池の前面の構造は図 2 のものと類似しており、対応する部分には同一の参照符号が付されている。

【0013】しかし、図 1 の太陽電池においては、シリコン基板 1 の背面上には、パッシベーション膜として働くシリコン酸化膜 6 がたとえば熱酸化によって形成されている。この酸化膜 6 には、たとえばフォトリソグラフィによって複数の窓 6 a が開けられている。これらの窓 6 a は、シリコン基板 1 の背面を占有する面積比（以下、「LBSF 面積率」と称す）が 1 % 以上で 9 % 未満になるように設定されている。たとえば、これらの窓 6 a は、 $20\mu\text{m}$  の 1 辺を有する正方形の形で  $100\mu\text{m}$  のピッチで分布するように形成することができ、そのときの LBSF 面積率は 4 % になる。

【0014】複数の窓 6 a を通して、シリコン基板 1 の背面に P 型不純物である三臭化ホウ素を用いてホウ素を拡散させるか、または、ホウ素イオンを打込むことによって、複数の LBSF 領域 5 b が形成されている。なお、これらの複数の LBSF 領域 5 b は、シリコン酸化膜 6 を形成する前に、スクリーン印刷技術を利用してシリコン基板 1 の背面上の複数の局所的領域にアルミニウム等の P 型不純物を含むペーストを塗布し、それを焼成してシリコン基板 1 と合金化することによっても形成され得る。また、シリコン基板 1 の背面にアルミニウム等の P 型不純物材料を真空蒸着し、これを公知のホトリソグラフィ技術を用いて局所的領域にパターンニングし、それを焼成してシリコン基板 1 と合金化することによっても形成され得る。

【0015】酸化膜 6 に開けられた複数の窓 6 a は、その酸化膜 6 上に形成された背面電極 7 がシリコン基板 1 の背面への電氣的接続を得るためのコンタクトホールとしても利用される。このとき、背面電極 7 は複数の LBSF 領域 5 b を介してシリコン基板 1 の背面に接続し、LBSF 領域 5 b を介することなく直接 P 型シリコン基板 1 の背面に接続することはない。このような背面電極 7 は、たとえば  $\text{Al}-\text{Ti}-\text{Pd}-\text{Ag}$  からなる金属層で形成され得る。

【0016】図 4 に、図 1 のシリコン太陽電池の LBSF 面積率を変化させた場合の開放電圧  $V_{oc}$  の変化が示されている。このグラフにおいて、横軸は LBSF 面積率 (%) を表し、縦軸は開放電圧  $V_{oc}$  を表している。

【0017】図 5 に、同じく図 1 のシリコン太陽電池の LBSF 面積率を変化させた場合の短絡電流  $I_{sc}$  の変化が示されている。このグラフにおいて、横軸は LBSF 面積率 (%) を表し、縦軸は短絡電流  $I_{sc}$  を表わして

いる。

【0018】図 6 に、同じく図 1 のシリコン太陽電池の LBSF 面積率を変化させた場合の曲線因子 FF の変化が示されている。このグラフにおいて、横軸は LBSF 面積率 (%) を表し、縦軸は曲線因子 FF を表わしている。

【0019】図 7 に、同じく図 1 のシリコン太陽電池の LBSF 面積率を変化させた場合の最大出力  $P_{max}$  の変化が示されている。このグラフにおいて、横軸は LBSF 面積率 (%) を表し、縦軸は最大出力  $P_{max}$  を表わしている。図 4 ~ 7 は、すべて面積  $2\text{cm} \times 2\text{cm}$  の太陽電池の AM0 と  $28^\circ\text{C}$  における測定値を示している。

【0020】図 4 と 7 のグラフから明らかなように、LBSF 面積率が 1 % 以上であって 9 % 未満である場合には、 $V_{oc}$  および  $P_{max}$  の向上が顕著であることがわかる。

【0021】太陽電池の最大出力  $P_{max}$  が  $V_{oc}$  の向上に伴って大きくなった理由は、 $P_{max}$  が

$$P_{max}(W) = V_{oc}(V) \times I_{sc}(A) \times FF$$

で表わされ、LBSF 面積率が 1 % 以上であって 9 % 未満である場合に  $I_{sc}$  の変化（図 5）および FF の変化（図 6）が比較的小さいので、 $P_{max}$  が  $V_{oc}$  に伴って変化したためである。図 2 に示すように  $V_{oc}$  が LBSF 面積率が 1 % 以上 9 % 未満で向上する理由は、複数の LBSF 領域 5 b を 1 % 以上 9 % 未満に設定することによって、シリコン基板 1 の背面近傍における少数キャリアのライフタイムの増大が図れ、飽和電流密度が減少したためであると考えられる。LBSF 面積率が 9 % 以上の場合には、シリコン基板 1 の背面における少数キャリアの再結合が増大し、ライフタイムが減少するため飽和電流密度が増加し、その結果として  $V_{oc}$  が減少し、 $P_{max}$  は低下する傾向になると考えられる。また、LBSF 面積率が 1 % 未満の場合には、シリコン太陽電池中の直列接続が大きくなって FF が若干低下するため、 $P_{max}$  は低下する傾向になると考えられる。

【0022】なお、本発明は図 1 の実施例に限定されるものではなく、たとえば、シリコン基板 1 として N 型のシリコン結晶板をも用いて前面に  $P'$  拡散層を形成し、背面は N 型拡散不純物としてオキシ塩化リンを用いることもできる。また、 $2\Omega\text{cm}$  の抵抗率を有するシリコン基板を用いることもできる。さらに、LBSF 領域内にドーパされる P 型不純物としてアルミニウムを用いることもでき、酸化膜 6 は CVD 法によっても形成され得る。また、ここでは絶縁膜の一例として酸化膜で説明してきたが、酸化膜のみならずたとえば窒化膜であってもよい。さらにまた、シリコン基板 1 として、シリコン単結晶板のみならずシリコン多結晶板をも用い得る。また、シリコン基板の表面（前面）にパッシベーション膜を形成しても良いし、しなくても良い。

【0023】

5

【発明の効果】 以上のように、本発明によれば、1%以上で9%未満のLBSF面積率を有することによって開放電圧 $V_{oc}$ が改善されたシリコン太陽電池を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例によるシリコン太陽電池を概略的に示す断面図である。

【図2】 先行技術による従来のシリコン太陽電池の一例を示す断面図である。

【図3】 先行技術によるシリコン太陽電池のもう1つの例を示す断面図である。

【図4】 図1のシリコン太陽電池におけるLBSF面積率と開放電圧との関係を示すグラフである。

【図5】 図1のシリコン太陽電池におけるLBSF面積率と短絡電流との関係を示すグラフである。

6

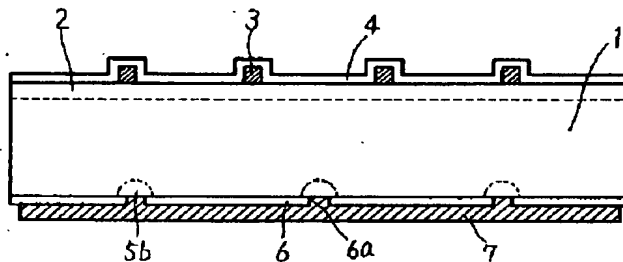
【図6】 図1のシリコン太陽電池におけるLBSF面積率と曲線因子との関係を示すグラフである。

【図7】 図1のシリコン太陽電池におけるLBSF面積率と最大出力との関係を示すグラフである。

【符号の説明】

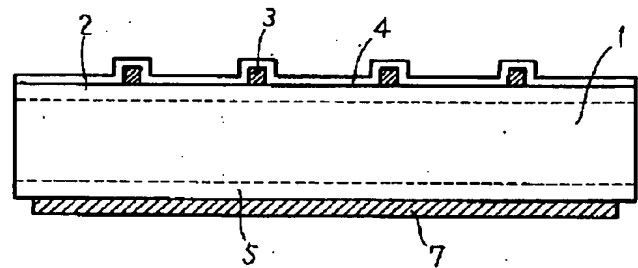
- 1 P型シリコン基板
- 2 N<sup>+</sup>型層
- 2 a 前面無反射形状
- 3 櫛歯形状の前面電極
- 4 反射防止膜
- 5 b LBSF領域
- 6 絶縁膜
- 6 a 絶縁膜6中に開けられた開口
- 7 背面電極
- 8 前面パッシベーション膜

【図1】

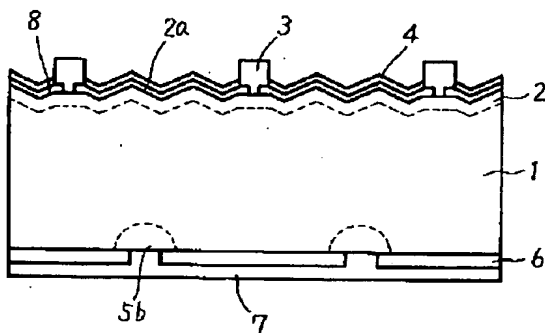


- 1: P型シリコン基板
- 2: N<sup>+</sup>型層
- 3: 前面電極
- 4: 反射防止膜
- 5b: LBSF領域
- 6: 絶縁膜
- 6a: コンタクトホール
- 7: 背面電極

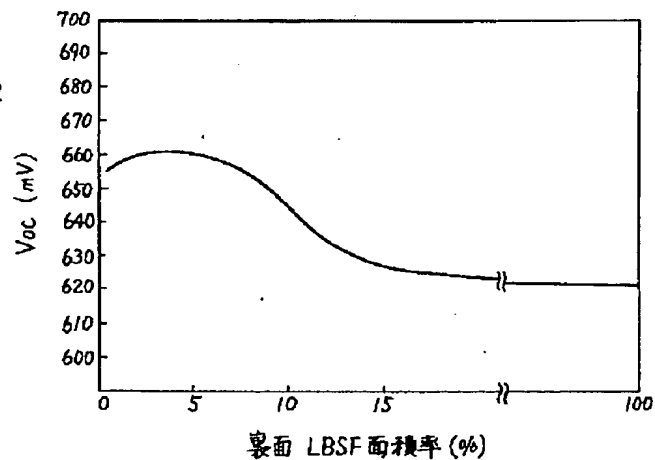
【図2】



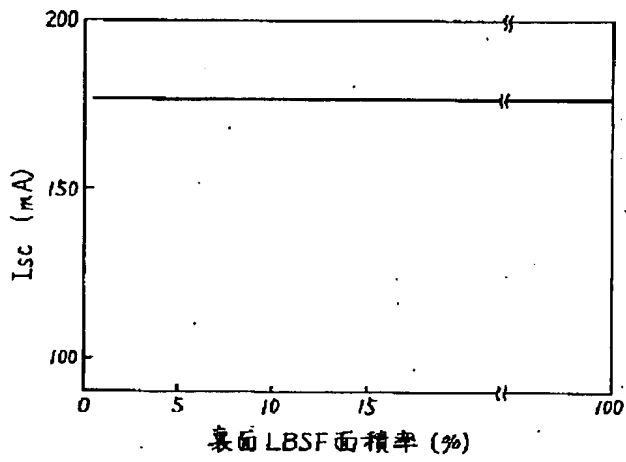
【図3】



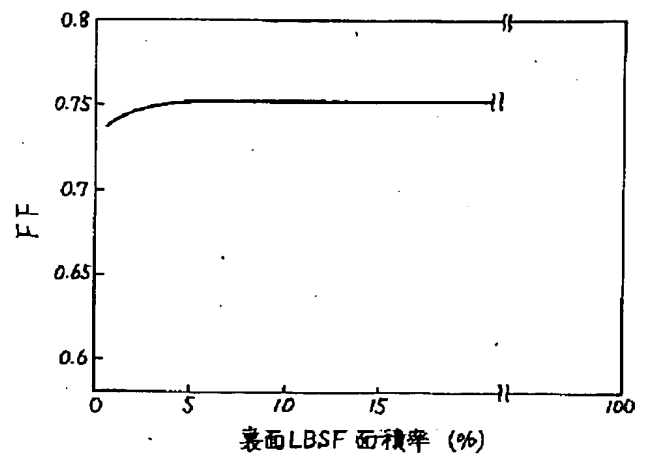
【図4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

